

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-14107

(P2001-14107A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 6 F 3/06	3 0 1	G 0 6 F 3/06	3 0 1 A 5 B 0 1 1
1/32		G 1 1 B 19/02	5 0 1 K 5 B 0 6 5
G 1 1 B 19/02	5 0 1	G 0 6 F 1/00	3 3 2 Z

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-166238

(22) 出願日 平成11年6月14日 (1999. 6. 14)

(71) 出願人 390009531  
インターナショナル・ビジネス・マシー  
ズ・コーポレーション  
INTERNATIONAL BUSIN  
ESS MACHINES CORPO  
RATION  
アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 木橋 昭  
神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・  
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(74) 代理人 100086243  
弁理士 坂口 博 (外4名)

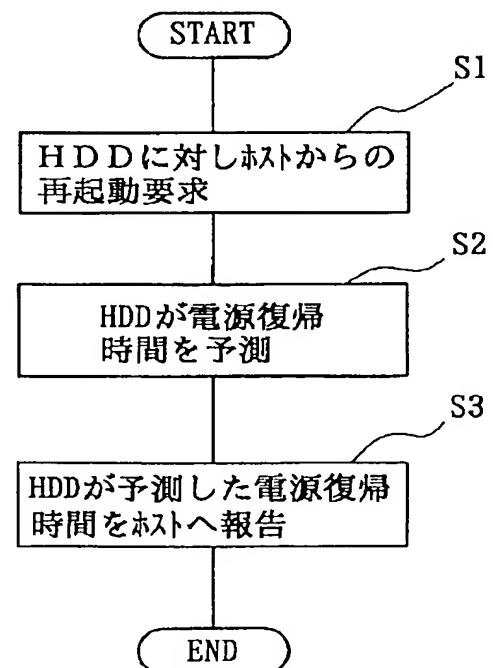
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 復帰時間予測方法、復帰時間予測装置及びハードディスクドライブ

(57) 【要約】

【課題】 待機状態から復帰するまでにかかる電源復帰時間を有効に利用して、ハードディスクドライブを持つシステム全体の高速化を達成することができる復帰時間予測方法、復帰時間予測装置及びハードディスクドライブを提供する。

【解決手段】 待機状態のハードディスクドライブに対し、ホストが待機状態を解除する要求を出したときに、待機状態から復帰してハードディスクドライブが使用可能となるまでの要する電源復帰時間を予測する。次に、予測した電源復帰時間をホストに知らせる。ホストシステムは電源復帰までにかかる時間を知ることができるため、この時間間隔内に終了するタスクをハードディスクドライブが立ち上がるまでの間に実行するようスケジュールを組むことができ、ホストシステム内でのシステム全体のタスクのスケジュールを最適化することができる。その結果、ハードディスクドライブを持つシステム全体の高速化を達成できる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 待機状態のハードディスクドライブに対し、ホストが待機状態を解除する要求を出したときに、待機状態から復帰してハードディスクドライブが使用可能となるまでに要する電源復帰時間を予測し、予測した電源復帰時間をホストに知らせることを特徴とする復帰時間予測方法。

【請求項2】 前記電源復帰時間の予測を、現在のハードディスクドライブの状態および過去の動作の履歴からハードディスクドライブ自身が行う請求項1記載の復帰時間予測方法。

【請求項3】 前記電源復帰時間の予測を、ハードディスクドライブのスピンドルモータが再起動するのに要する時間を $t_s$ 、ハードディスクドライブのアクチュエータが所定のシリンダへ移動するのに要する時間を $t_v$ 、電源復帰時間を $t_R$ としたとき、

$$t_R = t_s + t_v$$

から求めることで行う請求項1記載の復帰時間予測方法。

【請求項4】 前記ハードディスクドライブのスピンドルモータが再起動するのに要する時間 $t_s$ を、

$$t_s = f(R_c)$$

ここで、 $R_c$ は現在の回転数、 $f(R_c)$ は基準温度における回転数 $R_c$ でのスピンドルモータが再起動するのに要する時間、から求める請求項3記載の復帰時間予測方法。

【請求項5】 前記ハードディスクドライブのスピンドルモータが再起動するのに要する時間 $t_s$ を、

$$t_s = k \cdot f(R_c)$$

ここで、 $k$ は温度補正係数で $k = g(T)$ 、ここで $T$ は現在の温度で表される値、 $R_c$ は現在の回転数、 $f(R_c)$ は基準温度における回転数 $R_c$ でのスピンドルモータが再起動するのに要する時間、から求める請求項3記載の復帰時間予測方法。

【請求項6】 外部から所定の信号を受け取る手段と、前記所定の信号に応答して装置が所定の状態に復帰するまでの時間を予測する手段と、

前記予測された復帰時間を外部に報告する手段と、を含むことを特徴とする復帰時間予測装置。

【請求項7】 前記復帰時間を予測する手段が、

装置の温度を検出する手段と、

前記検出された温度から復帰時間を計算するステップと、を含む請求項6記載の復帰時間予測装置。

【請求項8】 ディスクを回転させるためのスピンドルモータを有するハードディスクドライブであって、

ホストから所定の信号を受け取る手段と、

スピンドルモータの回転数を検出する手段と、

前記検出された回転数からハードディスクドライブの復帰時間を計算する手段と、

前記計算された復帰時間をホストに報告する手段と、を

2

含むことを特徴とするハードディスクドライブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブを備えるシステムにおいて、ハードディスクドライブの待機状態から復帰するまでに要する電源復帰時間を予測する復帰時間予測方法、復帰時間予測装置及びハードディスクドライブに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】通常、ハードディスクドライブを備えるシステムでは、ハードディスクドライブのリード・ライトのタスクはプライオリティが高く、高速応答が期待されている。しかし、ハードディスクドライブがパワーセーブのためにスピンドルモータを停止させている状態やアクチュエータがアンロードされた状態のときには、スピンドルモータ及びアクチュエータを使用可能な状態まで再起動するために長時間を要していた。

【0003】すなわち、ホストシステムからハードディスクドライブにパワーセーブコマンドを送ると、ハードディスクドライブは受け取ったコマンドに応じて、スタンバイモードかスリープモードになる。スタンバイモードでは、ホストシステムのインターフェース回路だけがONになっていてコマンドを受け付けられるが、他の部分はパワーOFFの状態となる。スリープモードでは、全ての動作がパワーOFFの状態になり、このモードからの復帰はハードリセットかソフトリセットのみ受け付ける。スタンバイモードあるいはスリープモードからアイドル状態になるまでの時間、あるいは、リード/ライト動作を行うまでの時間は、主にスピンドルモータが規定の定常回転数になるまでの時間（スピンドルモータの再起動に要する時間とも記す）と、アクチュエータがアンロードされた位置からリリースされ、サーボのキャリブレーションを行った後、所定のシリンダへ移動する時間（アクチュエータが所定のシリンダへの移動に要する時間とも記す）とから構成される電源復帰時間となり、この電源復帰時間が長時間かかっていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のハードディスクドライブを備えるシステムでは、上述したスピンドルモータが停止したパワーセーブの状態やアクチュエータがアンロードさせられた状態等の待機状態から復帰して、ハードディスクドライブが使用可能となるまでの電源復帰時間の時間間隔において、ホストは何のタスクも実行せずにハードディスクドライブが使用可能になるまで待っていた。そのため、待機状態から復帰するまでのこの時間間隔は無駄になっていたが、特にスピンドルモータの再起動が場合によっては数秒かかることもあり、高速応答が期待されているハードディスクドライブにおいて、大きな問題となっていた。

【0005】本発明の目的は上述した課題を解消して、

待機状態から復帰するまでにかかる電源復帰時間を有効に利用して、ハードディスクドライブを持つシステム全体の高速化を達成することができるハードディスクドライブを備えるシステムにおける復帰時間予測方法、復帰時間予測装置及びハードディスクドライブを提供しようとするものである。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の復帰時間予測方法では、まず、待機状態のハードディスクドライブに対し、ホストが待機状態を解除する要求を出したときに、待機状態から復帰してハードディスクドライブが使用可能となるまでの要する電源復帰時間を予測する。次に、予測した電源復帰時間をホストに知らせる。

【0007】本発明では、ホストシステムは電源復帰までにかかる時間を知ることができる。そのため、この時間間隔内に終了するタスクをハードディスクドライブが立ち上がるまでの間に実行するようスケジュールを組むことができ、ホストシステム内でのシステム全体のタスクのスケジュールを最適化することができる。その結果、ハードディスクドライブを持つシステム全体の高速化を達成できる。また、ホストの形態によっては、ホストがユーザに対して応答までの時間を知らせることも可能となる。

【0008】具体的な好適例として、本発明では、電源復帰時間の予測を、現在のハードディスクドライブの状態および過去の動作の履歴からハードディスクドライブ自身が行う。また、電源復帰時間の予測を、ハードディスクドライブのスピンダルモータが再起動するのに要する時間を  $t_s$ 、ハードディスクドライブのアクチュエータが所定のシリンダへ移動するのに要する時間を  $t_v$ 、電源復帰時間を  $t_R$  としたとき、

$$t_R = t_s + t_v$$

から求めることで行う。さらに、ハードディスクドライブのスピンダルモータが再起動するのに要する時間  $t_s$  を、

$$t_s = f(R_c) \text{ または}$$

$$t_s = k \cdot f(R_c)$$

ここで、 $R_c$  は現在の回転数、 $f(R_c)$  は基準温度における回転数  $R_c$  でのスピンダルモータが再起動するのに要する時間、 $k$  は温度補正係数で  $k = g(T)$ 、ここで  $T$  は現在の温度で表される値、から求める電源復帰時間の予測を、温度に応じて補正して行う。いずれの場合も、電源復帰時間の予測をより正確に行うことができるため、好ましい態様となる。

【0009】また、本発明の復帰時間予測装置は、外部から所定の信号を受け取る手段と、所定の信号に回答して装置が所定の状態に復帰するまでの時間を予測する手段と、予測された復帰時間を外部に報告する手段と、を備え、好ましくは、復帰時間を予測する手段が、装置の温度を検出する手段と、検出された温度から復帰時間を

計算するステップと、を備える。さらに、本発明のハードディスクドライブは、ディスクを回転させるためのスピンダルモータを有するハードディスクドライブであって、ホストから所定の信号を受け取る手段と、スピンダルモータの回転数を検出する手段と、検出された回転数からハードディスクドライブの復帰時間を計算する手段と、計算された復帰時間をホストに報告する手段と、を備える。いずれも、本発明の復帰時間予測方法を好適に実施することができる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】図1はハードディスクドライブを備えるシステムにおける本発明の復帰時間予測方法の一例を示すフローチャートである。図1に従って本発明を説明すると、まず、待機状態のハードディスクドライブ（図1ではHDDと記す）に対し、ホストが待機状態を解除する要求を送る（ステップS1）。実際には、パワーセーブ状態のハードディスクドライブに対して、ホストが、パワーセーブ解除の要求またはリード・ライトの要求を出す。次に、ホストからインターフェースを介して再起動要求を受け取ったハードディスクドライブは、待機状態から復帰してハードディスクドライブが使用可能となるまでに要する電源復帰時間を予測する（ステップS2）。電源復帰時間の予測は、現在のハードディスクドライブの状態および過去の動作の履歴から、ハードディスクドライブ自身が行う。次に、ハードディスクドライブが予測した電源復帰時間をホストへ報告して（ステップS3）、本発明を終了する。

【0011】以上でハードディスクドライブを備えるシステムにおける本発明の復帰時間予測方法は終了するが、これにより予測した電源復帰時間を受け取ったホストシステムは、例えばハードディスクドライブのリード・ライト動作が可能になるまでの時間を知ることができる。そのため、システム全体をみたときにその電源復帰時間内に終了可能なタスクをこの時間に実行するよう割り付ける等の方法で、システム内のタスクのアロケーションを効率的に行うことができる。その結果、ハードディスクドライブを備えるシステム全体の高速化を達成することができる。また、ホストがPC等の場合は、例えば表示装置上で電源復帰時間の残り時間をタスクバーでリアルタイム表示する等の方法で、ユーザに対してハードディスクドライブの立ち上げが終了するまでの時間を知らせることもできる。

【0012】以下、本発明における再起動要求および予測値の報告と電源復帰時間の予測とについて詳細に説明する。まず、ホストからハードディスクドライブに対する再起動要求は、新しく専用のコマンド（例えば'84'h'）を加え、そのコマンドをホストからハードディスクドライブに送ることで実行する。上述した実施例では、電源復帰時間を、スピンダルモータの再起動とアクチュエータの所定のシリンダへの移動にかかる時間として説

5

明した。ここで、電源復帰時間を、リード時、ライト時あるいはその他の動作時に上記2つの時間以外に加わる固有の時間をも含めて考える場合は、ホストからハードディスクドライブへ上記コマンドを送ると同時に、ホストが知りたい電源復帰時間の種類、例えばリード時の電源復帰時間、ライト時の電源復帰時間あるいはその他の動作時の電源復帰時間の別を送るよう構成することもできる。一方、予測した電源復帰時間の値は、ハードディスクドライブからホストに、例えば、セクタカウントの所に100msec単位の数値を1バイトの情報として送るよう構成することができる。

【0013】次に、電源復帰時間の予測について説明する。電源復帰時間は、上述したように、スピンドルモータの再起動に要する時間とアクチュエータが所定のシリンダに移動するのに要する時間とを予測し、予測した両時間を加えることで求めることができる。すなわち、電源復帰時間を $t_R$ 、スピンドルモータの再起動に要する時間を $t_S$ 、アクチュエータが所定のシリンダへ移動するのに要する時間を $t_V$ としたとき、以下の式(1)

$$t_R = t_S + t_V \quad \dots (1)$$

と電源復帰時間 $t_R$ を記述することができ、この式

(1) から電源復帰時間 $t_R$ を予測することが出来る。

【0014】上述した式(1)において、アクチュエータが所定のシリンダへ移動するまでの時間 $t_V$ は常に一定と考えられるため、工場出荷時に実際に測定した値を記憶して利用する。また、スピンドルモータの再起動に要する時間は再起動を始める際のスピンドルモータの回転数により変わるため、言い換えると、再起動を始める時にスピンドルモータが完全に停止した回転数0の場合とスピンドルモータが回転しているときでは再起動に要する時間が変わるため、 $t_S$ を以下の式(2)から求めることが好ましい。

$$t_S = f(R_c) \quad \dots (2)$$

ここで、 $R_c$ ：現在の回転数、 $f(R_c)$ ：基準温度(例えば25℃)で回転数 $R_c$ の時ににおけるスピンドルモータの再起動に要する時間である。

【0015】さらに、スピンドルモータの再起動に要する時間 $t_S$ は温度により変動する場合があるため、その場合は、上記スピンドルモータの再起動に要する時間 $t_S$ を以下の式(3)から求めることが好ましい。

$$t_S = k \cdot f(R_c) \quad \dots (3)$$

ここで、 $k$ は温度係数で $k = g(T)$ 、 $T$ ：現在の温度である。

【0016】以上の式(1)と式(2)または式(3)とを必要に応じて組み合わせて使用することで、電源復帰時間 $t_R$ を予測している。この電源復帰時間 $t_R$ を具体的に実現する方法の一例として、まず、 $f(R_c)$ を折線近似して求める例について説明する。本例の場合は、まず、工場出荷時のテストにおいて求めた、ある温度( $T$ )である回転数( $R_c$ )の場合のスピンドルモ

6

ータの再起動に要する時間 $t_S (= f(R_c))$ に基づき、ある基準温度(例えば25℃)における $f(R_c)$ と $R_c$ との関係を示すグラフを作成する。図2はその一例を示すグラフである。図2に示す例では、回転数 $R_c$ については、0、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ の場合にテストデータが存在している。そして、回転数 $R_c$ の各区間すなわち区間0～ $R_1$ 、 $R_1$ ～ $R_2$ 、 $R_2$ ～ $R_3$ 、 $R_3$ ～ $R_4$ 、 $R_4$ ～ $R_5$ でも一次関数の傾きと切片をテーブルの形でハードディスクドライブ内に保持しておく。なお、工場出荷後実際に測定した回転数 $R_c$ と再起動に要する時間 $f(R_c)$ との実測値を使い、ハードディスクドライブ内に保持されているテーブルは、毎回更新されている。そして、ホストから再起動を求めるコマンドが出された時点のスピンドルモータの回転数 $R_c$ を何らかの手段で読み取り、読み取った $R_c$ からテーブルを参照することで図2に示す折線から $f(R_c)$ すなわち $t_S$ を求め、これを予め求めておいた $t_V$ に加えることで、電源復帰時間 $t_R$ を予測することができる。

【0017】また、温度補正が必要な場合は、図2を作成した基準温度のときの $k = g(T)$ を1として、工場出荷時のテストで求めた実測値から、温度 $T$ と $g(T)$ との関係を示すグラフを作成する。図3はその一例を示すグラフである。なお、温度 $T$ の範囲については、ハードディスクドライブの保証温度例えば5～55℃をカバーできる範囲とする。図3に示すグラフも図2の例と同様に、各区間での一次関数の傾きと切片をテーブルの形でハードディスクドライブ内に保持しておく。そして、ホストから再起動を求めるコマンドが出された時点の温度 $T$ を何らかの手段で読み取り、読み取った温度 $T$ からテーブルを参照することで $g(T)$ すなわち温度補正係数 $k$ を求め、求めた温度補正係数を利用して、上述した説明のうち $f(R_c)$ を $k \cdot f(R_c)$ として電源復帰時間 $t_R$ を予測することができる。

【0018】また、電源復帰時間 $t_R$ を具体的に実現する方法の他の例として、ルックアップテーブルから求める例がある。本例の場合は、上述した例と同様に、工場出荷時のテストにおいて求めた、ある温度である回転数の場合のスピンドルモータの再起動に要する時間に基づき、ルックアップテーブルを作成する。図4はそのようなルックアップテーブルの一例の部分を示す図である。そして、ホストから再起動を求めるコマンドが出された時点の温度とスピンドルモータの回転数を何らかの手段で読み取り、読み取った温度とスピンドルモータの回転数からルックアップテーブルを参照して、スピンドルモータの再起動時間 $t_S$ を求め、これを予め求めておいた $t_V$ に加えることで、電源復帰時間 $t_R$ を予測することができる。

【0019】なお、スピンドルモータの再起動時間 $t_S$ の温度依存性の一例は以下の通りである。

50 5℃ → 10.2 sec

7

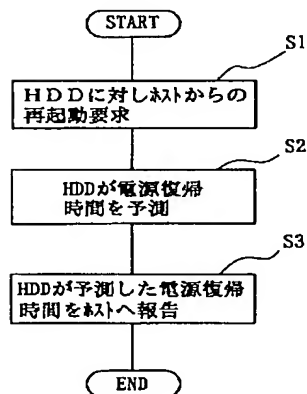
25℃ → 10.4 sec

55℃ → 11.6 sec

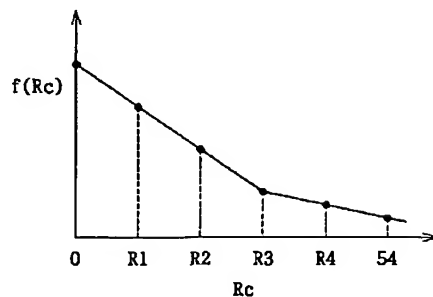
【0020】以上、本発明の復帰時間予測方法について説明したが、本発明の復帰時間予測装置とハードディスクドライブは、上述した本発明の復帰時間予測方法を好適に実施出来るよう構成する。すなわち、本発明の復帰時間予測装置は、外部から所定の信号を受け取る手段と、所定の信号に応答して装置が所定の状態に復帰するまでの時間を予測する手段と、予測された復帰時間を外部に報告する手段と、を備え、好ましくは、復帰時間を予測する手段が、装置の温度を検出する手段と、検出された温度から復帰時間を計算するステップと、を備えるよう構成する。また、本発明のハードディスクドライブは、ディスクを回転させるためのスピンドルモータを有するハードディスクドライブであって、ホストから所定の信号を受け取る手段と、スピンドルモータの回転数を検出する手段と、検出された回転数からハードディスクドライブの復帰時間を計算する手段と、計算された復帰時間をホストに報告する手段と、を備えるよう構成する。

【0021】

【図1】



【図2】



【図4】

再起動時間の温度補正係数

温度 (℃)	5	15
回転数 (rpm)		
0	10.2 (sec)	----
500	----	----
1000	----	----

8

\*【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、ホストシステムは電源復帰までにかかる時間を知ることができるため、この時間間隔内に終了するタスクをハードディスクドライブが立ち上がるまでの間に実行するようスケジュールを組むことができ、ホストシステム内でのシステム全体のタスクのスケジュールを最適化することができる。その結果、ハードディスクドライブを持つシステム全体の高速化を達成できる。また、ホストの形態によっては、ホストがユーザに対して応答までの時間を知らせることも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ハードディスクドライブを備えるシステムにおける本発明の復帰時間予測方法の一例を示すフローチャートである。

【図2】ある基準温度におけるスピンドルモータの再起動に要する時間  $f(Rc)$  と回転数  $Rc$  との関係を示すグラフである。

【図3】温度  $T$  と温度補正係数  $g(T)$  との関係を示すグラフである。

【図4】ルックアップテーブルの一例の部分を示す図である。

フロントページの続き

(72)発明者 浅野 秀夫  
神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・  
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 ダニエル ジェームズ コレグロープ  
アメリカ合衆国 95037 カリフォルニア  
州 モーガン ヒル デル モンテ アベ  
ニュー 16955 ナンバー 212

Fターム(参考) 5B011 EB07 KK02 LL06  
5B065 BA01 CA11 ZA14